

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-318414

(P2003-318414A)

(43) 公開日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 29/93

識別記号

F I

H 0 1 L 29/93

テ-7J-ト\* (参考)

H

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願2002-121745 (P2002-121745)

(22) 出願日 平成14年4月24日 (2002.4.24)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 大迎 毅

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 畑本 光夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100111383

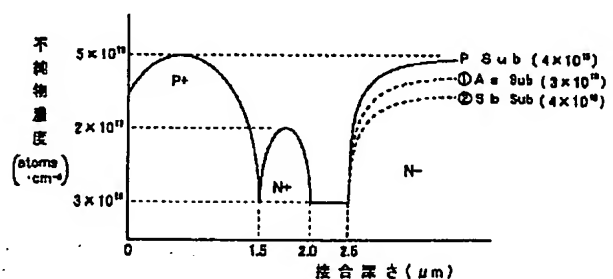
弁理士 芝野 正雅

(54) 【発明の名称】 超階段接合型可変容量ダイオード

(57) 【要約】

【課題】 超階段接合型可変容量ダイオードの性能指数Qを向上させる。

【解決手段】 高濃度のN+型の半導体基板2上に、低濃度のN-形の半導体層3を形成する。P+型層4は、半導体層3の主表面からP型の不純物をイオン注入することで形成したP+型の拡散層である。N+型層5は、P+型層4直下に、P+型層4と隣接して形成された拡散層であり、P+型層4と同様にN型の不純物をイオン注入して形成される。ガードリング6は、P+型層4とN+型層5との周囲を取り囲むように形成した環状の拡散層であり、主に耐圧を向上させるためのものである。性能指数Qを向上させるために半導体基板2に赤磷(P)をイオン注入して、半導体基板2の比抵抗を下げる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一導電型の半導体基板と、

前記半導体基板上に形成した低濃度の一導電型の半導体層と、

前記半導体層の主表面から形成した逆導電型の拡散層と、

前記逆導電型の拡散層の直下に、隣接するように形成した高濃度の一導電型の拡散層と、

を有する超階段接合型可変容量ダイオードにおいて、前記半導体基板の不純物が赤燐であることを特徴とする超階段接合型可変容量ダイオード。

【請求項2】 前記逆導電型の拡散層と前記一導電型の拡散層との周囲に、一導電型のガードリングが形成されていることを特徴とする超階段接合型可変容量ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超階段接合型可変容量ダイオードの性能指数Qの向上に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に超階段接合型可変容量ダイオードは、印加する電位差によって生じる空乏層の広がりや、主にラジオのチューニングに用いられる。

【0003】図3は、一般的な超階段接合型可変容量ダイオード（以下、超階段接合型バラクタダイオード31と称す）の断面図である。

【0004】高濃度のN+型の半導体基板32上に、低濃度のN-形の半導体層33を形成する。半導体層33は、例えばエピタキシャル成長法によって形成されたエ

【0005】P+型層34は、半導体層33の主表面からP型の不純物をイオン注入することで形成したP+型の拡散層である。N+型層35は、P+型層34直下に、P+型層34と隣接してPN接合を成すように形成された拡散層であり、P+型層34と同様にN型の不純物をイオン注入して形成される。ガードリング36は、P+型層34とN+型層35との周囲を取り囲むように形成した環状の拡散層であり、主に耐圧を向上させるためのものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、超階段接合型バラクタダイオード31は、FMラジオチューナーに使われるため、チューニング受信周波数をAMラジオチューナーよりも広く受信し、感度良好であることが要求される。そのためには、性能指数Q（トランジスタの高周波特性を数値化したもの）を高く維持する必要がある。性能指数Qが高ければ、その超階段接合型バラクタダイオードの高周波特性は高いことを意味し、高周波受信においても感度が良好であることを示す。

【0007】ここで、性能指数Qは

$$Q = 1 / (2\pi \cdot f \cdot C_t \cdot r_s)$$

で表すことができる。fは受信する周波数、CtはPN接合容量、rsは直列抵抗値をそれぞれ表す。つまり、性能指数Qを高くするためには2πと受信周波数fが一定値であるため、PN接合容量Ct又は直列抵抗値rsを下げる必要がある。ここで、直列抵抗値rsは半導体基板32の比抵抗に依存する。

【0008】そこで、超階段接合型バラクタダイオード31において、直列抵抗値rsを下げるため、半導体基板32に砒素(As)やアンチモン(Sb)を導入して、半導体基板32の比抵抗を下げ、高濃度化することで、性能指数Qを向上させる方法があるが、その効果は不十分であった。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は半導体基板32にイオン注入する不純物として、上述した砒素(As)やアンチモン(Sb)よりもシリコンに対する固溶度が高く、更に低比抵抗の性質を有する燐(P)、特に赤燐(P)を用いることで、超階段接合型バラクタダイオード31の直列抵抗値を下げて、性能指数Qを向上させて品質の高いFMラジオチューナーを提供するものである。

【0010】本発明の請求項1では、一導電型の半導体基板と、前記半導体基板上に形成した低濃度の一導電型の半導体層と、前記半導体層の主表面から形成した逆導電型の拡散層と、前記逆導電型の拡散層の直下に、隣接するように形成した高濃度の一導電型の拡散層と、を有する超階段接合型可変容量ダイオードにおいて、前記半導体基板に赤燐を導入して、前記半導体基板の比抵抗を下げることを特徴とする超階段接合型可変容量ダイオードを提供する。

【0011】本発明の請求項2では、前記逆導電型の拡散層と前記一導電型の拡散層との周囲に、一導電型のガードリングが形成されていることを特徴とする超階段接合型可変容量ダイオードを提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明の半導体装置に係る断面図であり、超階段接合型可変容量ダイオード1を示す。

【0013】高濃度のN+型の半導体基板2上に、低濃度のN-形の半導体層3を形成する。主に、半導体層3はエピタキシャル成長法によって形成されたエピタキシャル層である。

【0014】P+型層4は、半導体層3の主表面からP型の不純物をイオン注入することで形成したP+型の拡散層である。N+型層5は、P+型層4直下に、P+型層4と隣接して形成された拡散層であり、P+型層4と同様にN型の不純物をイオン注入して形成される。ガードリング6は、P+型層4とN+型層5との周囲を取り

囲むように形成した環状の拡散層であり、主に耐圧を向上させるためのものである。

【0015】図2は、図1のX-X'線断面における不純物濃度分布（プロファイル）を示したものである。接合深さが0～1.5 $\mu\text{m}$ までは、P+型層4が位置し、その不純物濃度のピーク値は $5 \times 10^{19}$  (atoms  $\cdot$  cm $^{-3}$ )である。接合深さが1.5～2.0 $\mu\text{m}$ までは、N+型層5が位置し、その不純物濃度のピーク値は $2 \times 10^{17}$  (atoms  $\cdot$  cm $^{-3}$ )である。接合深さが2.0～2.5 $\mu\text{m}$ までは、半導体層3が位置し、その不純物濃度は $3 \times 10^{16}$  (atoms  $\cdot$  cm $^{-3}$ )で、一定値となる。接合深さが2.5以下は、半導体基板2が位置し、その不純物濃度のピーク値は $4 \times 10^{19}$  (atoms  $\cdot$  cm $^{-3}$ )である（図2の実線：P Sub参照）。

【0016】ここで、従来例で半導体基板2に不純物注入した砒素（As）及びアンチモン（Sb）を比較するために図示した。砒素（As）は半導体基板2内では、その不純物濃度は $3 \times 10^{19}$  (atoms  $\cdot$  cm $^{-3}$ )となる（図2の破線①のAs Sub参照）。また、アンチモン（Sb）半導体基板2内では、その不純物濃度は $4 \times 10^{18}$  (atoms  $\cdot$  cm $^{-3}$ )となる（図2の破線②のSb Sub参照）。

【0017】つまり、赤燐（P）、砒素（As）、アンチモン（Sb）をそれぞれイオン注入した半導体基板2のピーク値濃度をP Sub、As Sub、Sb Subとすると、P Sub > As Sub > Sb Subと

いう関係となる。

【0018】本発明者の実験によれば、以下の結果が得られた（ $f = 1$  (MHz)の時）。

【0019】半導体基板の不純物が、アンチモン（Sb）、砒素（As）、赤燐（P）であるとき、それらの性能指数Q（1V時）はそれぞれ、30、40、48となった。

【0020】以上より、半導体基板2に赤燐（P）を不純物としてイオン注入すると、アンチモン（Sb）を注入した半導体基板に対しては、性能指数Qが1.2倍となり、砒素（As）を注入した半導体基板に対しては、1.6倍という結果が得られた。

【0021】

【発明の効果】以上より、半導体基板2に比抵抗の小さな赤燐（P）を不純物としてイオン注入することで、従来例に比して1.2倍、1.6倍程度の性能指数Qが向上した。そして、性能指数Qが向上することで、超階段接合型バラクタダイオード31は、FMラジオチューナーとして、チューニング受信周波数を広くとることが可能となる。

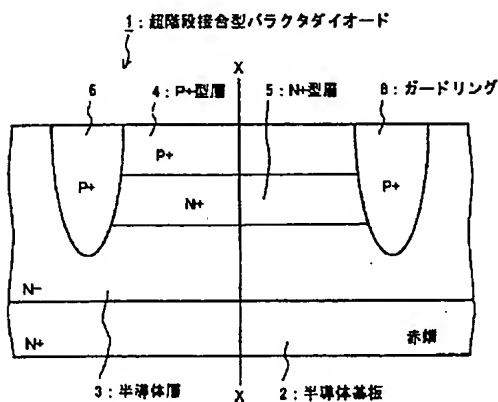
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超階段接合型可変容量ダイオードを示す断面図である。

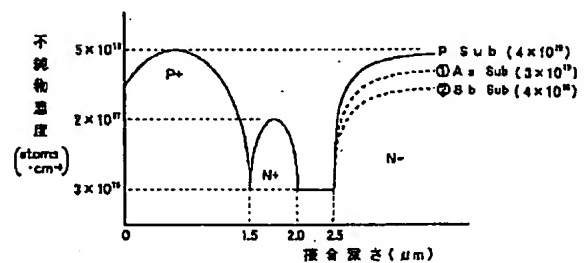
【図2】図1のX-X'線断面図の不純物濃度である。

【図3】従来の超階段接合型可変容量ダイオードを示す断面図である。

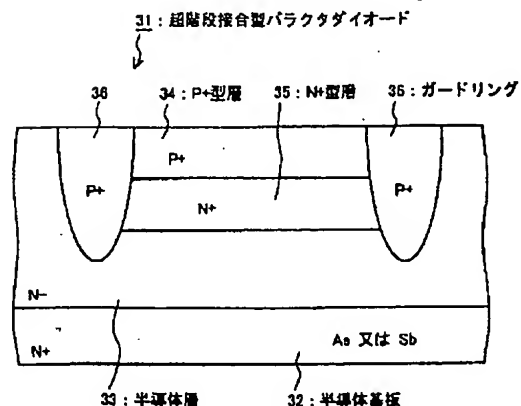
【図1】



【図2】



【図3】



DERWENT-ACC-NO: 2004-015477

DERWENT-WEEK: 200402

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Hyper-abrupt-junction type varactor diode used in frequency modulation radio tuner has semiconductor substrate with red phosphorus as impurity

PATENT-ASSIGNEE: SANYO ELECTRIC CO LTD[SAOL]

PRIORITY-DATA: 2002JP-0121745 (April 24, 2002)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
JP 2003318414 A	November 7, 2003	N/A	003
H01L 029/93			

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2003318414A	N/A	2002JP-0121745	April 24, 2002

INT-CL (IPC): H01L029/93

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2003318414A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The varactor diode has N+ type semiconductor substrate with red phosphorus as impurity, on which a N-type semiconductor layer is formed.

USE - Hyper-abrupt-junction type varactor diode used in frequency modulation (FM) radio tuner.

ADVANTAGE - Improves the performance index of varactor diode by using red phosphorus as impurity.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a graph illustrating the impurity concentration of the hyper-abrupt-junction varactor diode. (Drawing includes non-English language text).

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/3

TITLE-TERMS: HYPER ABRUPT JUNCTION TYPE VARACTOR DIODE FREQUENCY MODULATE RADIO

TUNE SEMICONDUCTOR SUBSTRATE RED PHOSPHORUS IMPURE

DERWENT-CLASS: L03 U12

CPI-CODES: L04-E02;

EPI-CODES: U12-C02B;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2004-005436

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2004-011612

PAT-NO: JP02003318414A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003318414 A  
TITLE: SUPER ABRUPT JUNCTION-TYPE VARACTOR  
PUBN-DATE: November 7, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OMUKAE, TAKESHI	N/A
HATAMOTO, MITSUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SANYO ELECTRIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2002121745

APPL-DATE: April 24, 2002

INT-CL (IPC): H01L029/93

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a performance index Q of a super abrupt junction-type varactor.

SOLUTION: A lightly doped N- type semiconductor layer 3 is formed on a heavily doped N+ type semiconductor substrate 2. A P+ type layer 3 is the P+ type diffusion layer formed by ion-implanting P-type impurities from a main surface of the semiconductor layer 3. An N+ type layer 5 is a diffusion layer formed adjacently to the P+ type layer 4 just below the P+ type layer 4, and it is formed by ion-implanting N-type impurities in a way similar to the P+ type layer 4. A guard ring 6 is a circular diffusion layer formed to surround a periphery of the P+ type layer 4 and the N+ type layer 5, and the ring mainly improves breakdown voltage. For improving the performance index Q, red phosphorus (P) is ion-implanted to the semiconductor substrate 2 and specific resistance of the semiconductor substrate 2 is dropped.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO